



PUCP

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
2020-2

TEL280 - INGENIERÍA INALÁMBRICA

Laboratorio N°: 4

Semestre: 2021-2

Tema: *Análisis del protocolo CSMA/CA sin y con RTS/CTS*

Profesor: César Santiváñez

INDICACIONES GENERALES

- La evaluación es personal. Tiene una semana para desarrollar su experiencia a su ritmo.
- Durante la sesión síncrona guiada (2 horas) podrá hacer preguntas y pedir asesoría inmediata a los Jefes de Laboratorio (JL). Después de la sesión síncrona, podrá hacer llegar sus consultas a los JL vía correo electrónico

OBJETIVOS

- Determinar el “achievable MAC throughput” (capacidad) de una red Wireless LAN con acceso basado en contención (CSMA/CA sin y con RTS) en un canal sin fading.
- Determinar y analizar curvas de Capacidad (MAC) vs carga $g(n)$ -- tráfico y retransmisiones --. Nota: “retry limit” = 0.
- Calcular el impacto de los “terminales ocultos” (Hidden Terminals)
- Determinar en qué casos (packet sizes) es conveniente usar CSMA/CA MACAW (i.e., RTS/CTS) cuando hay “hidden terminals”.

ACTIVIDADES A REALIZAR

N°	ACTIVIDAD	TIEMPO ESTIMADO	PUNTAJE
1	Lectura conceptos teóricos/prácticos	2 días	-
2	Informe Previo	1 días	4 pts
3	Experiencia Guiada	2 horas	-
4	Experiencia independiente/ Informe Final	6 días	16 pts

INFORME PREVIO

Indicaciones generales:

- Puntaje total: 4 pts
- El desarrollo del informe previo es personal, por lo que cada alumno deberá presentar un archivo en formato (.pdf) con sus respectivas respuestas.
- Subir el informe previo a la actividad de PAIDEIA correspondiente (Tarea - Lab 4 - Informe Previo) con el siguiente formato: TEL280_IP_LAB4_[YYY].pdf, donde [YYY] es su código PUCP.
- **Fecha máxima de entrega: Domingo 28 de Noviembre, 23:59 PM.**
- Es responsabilidad del alumno revisar y practicar los conceptos y herramientas indicados en el informe previo, pues estos serán vitales para el desarrollo de la experiencia en laboratorio. **Durante la sesión, no se dará asesoría respecto a temas asignados en el informe previo. Cualquier duda o consulta podrá ser resuelta por los jefes de práctica y/o profesor (previa coordinación) antes del laboratorio.**

-
1. ¿Qué es la colisión de paquetes? (1 ptos)
 2. ¿Qué técnicas utiliza el protocolo CSMA/CA para evitar las colisiones en redes inalámbricas? (1 ptos)
 3. Describir el funcionamiento del mecanismo de RTS/CTS (1 ptos)
 4. ¿Qué es un nodo oculto? ¿Qué problema genera para una comunicación inalámbrica? (1 ptos)

EXPERIENCIA EN LABORATORIO

Indicaciones generales:

- Puntaje total: 16 pts
 - **El desarrollo del laboratorio es GRUPAL.** Forme un grupo de hasta tres miembros, o sino uno se le será asignado el día de la sesión síncrona (Lunes 15 Nov).
 - Una vez finalizadas todas las actividades, cada grupo deberá subir reporte, listando el nombre de todos los miembros y sus respuestas, en formato PDF a la actividad respectiva en PAIDEIA (Tarea - Lab 4 - Informe Final). El nombre del archivo debe tener el formato: TEL280_EXP_LAB4_GRUPO_[YYY].pdf, donde [YYY] es el número de su grupo.
 - Tendrá la topología en el VNRT permanentemente disponible. Puede avanzar a su ritmo.
 - Durante las semanas de vigencia del laboratorio, podrá hacer consultas al JL y al profesor del curso.
 - **Fecha máxima de entrega: Domingo 21 de noviembre, 23:59 hrs.**
-

Escenario:

En el presente laboratorio analizaremos la capacidad de una red inalámbrica con CSMA/CA, como es el caso del WiFi, y los efectos producidos en su rendimiento a través del uso de técnicas para la reducción de colisiones como RTS/CTS y la ocurrencia de problemas como el del “Nodo Oculto” (Hidden Terminals).

Para esto simularemos un canal inalámbrico con las siguientes características:

- Fading: No
- Pathloss entre nodos en la misma WLAN: 80dB
- Pathloss entre Hidden Terminals: 160dB
- Duración: 30 minutos

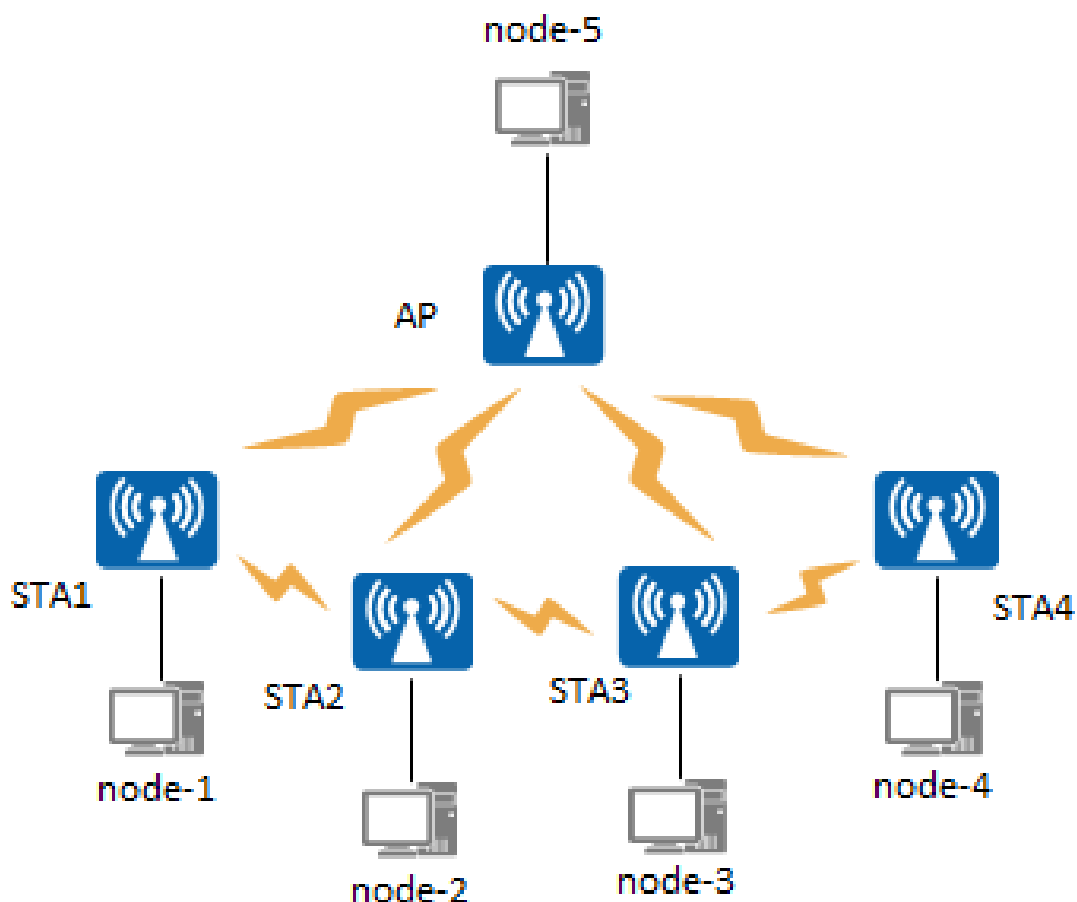
Y que comunicara cinco nodos, donde:

- El nodo AP será el principal y estará conectado al contenedor node-5, que actuará como servidor para las pruebas a realizar.

- Los nodos STA1, STA2, STA3 y STA4 estarán conectados a los contenedores node-1, node-2, node-3 y node-4, respectivamente, y actuarán como clientes en las pruebas a realizar.

ESCENARIO A: No Hidden Terminals (4 pts)

En el primer escenario (A), se simulara una topología donde los nodos 1 a 4 se encuentren a una distancia lo suficientemente cercana como para poder “escuchar” la comunicación de sus vecinos con el AP, como se puede observar a continuación:



ACTIVIDAD A.1: Curva “Throughput versus carga (MAC)”, sin RTS/CTS (2 ptos)

En esta actividad, determinaremos las curvas de throughput versus carga (MAC, representada por $g(n)$ en la parte teórica del curso) para una red WLAN (todos se pueden escuchar, es decir, no Hidden Terminals) sin utilizar RTS/CTS. Para ellos simularemos tráfico sin retransmisiones. El bitrate a usar sera 65Mbps (MCS7).

Siga los siguientes pasos:

1. Configure la interface inalámbrica de cada nodo/contenedor de la siguiente manera:
 - a. Deshabilite el envío de paquetes RTS/CTS seteando el parámetro “RtsCtsThreshold” en 65500. En esta configuración, solo se enviaran tramas RTS/CTS para paquetes con tamaño mayor a 65500 Bytes. Como el tamaño máximo de nuestros paquetes es 1470, entonces nunca se enviaran tramas RTS/CTS.
 - b. Setee el bitrate a 65Mbps (MCS7).
 - c. Setee el Short Retry Limit en 0 (Porque es para paquetes sin RTS/CTS)

Por ejemplo, en node-1 (contenedor 1) ejecute:

```
iwconfig eth0 set RtsCtsThreshold 65500  
iwconfig eth0 set DataMode HtMcs7  
iwconfig eth0 set MaxSsrc 0
```

2. Ejecute la simulación (en el host) con los siguientes parámetros (duración = 60 segundos, número de estaciones = 4, Hidden Terminal desactivado):

```
./waf --run “scratch/tel280_lab4 --Duration=60 --n_stas=4 --HT_Enabled=false”
```

3. Inicie un servidor iperf, en modo UDP, en node-5.

```
iperf -s -u -i 1
```

4. Genere un tráfico agregado de 2Mbps, donde cada nodo (node-1 a node-4) envíe 0.5Mbps de tráfico al node-5 (IP: 10.0.0.5). En cada uno de los nodos ejecute simultáneamente:

```
iperf -c 10.0.0.5 -u -b 0.5m -l 1470 -i 1 -t 30
```

5. Calcule la carga enviada y el throughput total, y escríbalos en la Tabla A.1.

Carga enviada: definida como la suma de los tráficos enviados por todos los nodos estación.

Throughput por nodo: definido como la cantidad de bits transmitidos por un nodo y recibidos en el servidor iperf, dividida entre la duración de la transmisión. Generalmente, el servidor iperf realiza este cálculo y lo imprime en pantalla cada segundo por nodo fuente.

Throughput total: definido como la suma del throughput por nodo de todos los nodos. Es la cantidad total de bits recibidos en el servidor iperf (suma de todos los nodos) dividida entre la duración de la transmisión. Se espera que Ud. realice la suma manualmente.

```
-----
Server listening on UDP port 5001
Receiving 1470 byte datagrams
UDP buffer size: 208 KByte (default)
-----
--> Empieza prueba con trafico para ambos nodos
--> Inicio del envio por 10 seg y 5 seg de espera
[ 3] local 10.0.0.5 port 5001 connected with 10.0.0.1 port 45476
[ 4] local 10.0.0.5 port 5001 connected with 10.0.0.3 port 60852
[ 5] local 10.0.0.5 port 5001 connected with 10.0.0.2 port 33335
[ 6] local 10.0.0.5 port 5001 connected with 10.0.0.4 port 41824
[ ID] Interval      Transfer      Bandwidth      Jitter      Lost/Total Datagra
ms
[ 3] 0.0- 1.0 sec    505 KBytes    4.14 Mbits/sec  0.307 ms    6/ 358 (1.7%)
[ 4] 0.0- 1.0 sec    514 KBytes    4.21 Mbits/sec  0.117 ms    0/ 358 (0%)
[ 5] 0.0- 1.0 sec    505 KBytes    4.14 Mbits/sec  0.153 ms    6/ 358 (1.7%)
[ 6] 0.0- 1.0 sec    514 KBytes    4.21 Mbits/sec  0.072 ms    0/ 358 (0%)
[ 3] 1.0- 2.0 sec    507 KBytes    4.15 Mbits/sec  0.148 ms    4/ 357 (1.1%)
[ 4] 1.0- 2.0 sec    512 KBytes    4.20 Mbits/sec  0.078 ms    0/ 357 (0%)
[ 5] 1.0- 2.0 sec    507 KBytes    4.15 Mbits/sec  0.125 ms    4/ 357 (1.1%)
[ 6] 1.0- 2.0 sec    512 KBytes    4.20 Mbits/sec  0.055 ms    0/ 357 (0%)
[ 3] 2.0- 3.0 sec    500 KBytes    4.00 Mbits/sec  0.286 ms    0/ 357 (0.5%)
```

6. Espere que NS-3 termine, a fin de liberar las colas de paquetes que hayan quedado pendientes de transmisión en la experiencia anterior.
7. Repita los pasos 2 a 6 para los valores de carga total indicados en la Tabla A.1. Complete la tabla.

Carga por nodo (mbps)	Throughput node-1 (mbps)	Throughput node-2 (mbps)	Throughput node-3 (mbps)	Throughput node-4 (mbps)	Carga Sistema (mbps)	Throughput Sistema (mbps)
0.5					2	
1.5					6	
3					12	
5					20	
6					24	
7					28	
8					32	
9					36	
10					40	
11					44	
12.5					50	
14					56	

Tabla A.1: Resultados de throughput vs carga.

8. Genere una gráfica de throughput vs carga con los valores hallados, para cada una de las simulaciones realizadas.

INSERTAR GRÁFICAS AQUÍ

ACTIVIDAD A.2: Curva Throughput versus carga con RTS/CTS (2 ptos)

1. Repita la actividad A.1, pero esta vez utilice RTS/CTS para prevenir colisiones en el canal.

Para ello, modifique la configuración en 1.a) seteando el parámetro “RtsCtsThreshold” en 50. De esta manera, se enviarán tramas RTS/CTS para todo paquete con tamaño mayor a 50 Bytes. Como el tamaño máximo de nuestros paquetes es 1470, entonces siempre se enviará una trama RTS previo al envío de cualquier paquete unicast.

`iwconfig eth0 set RtsCtsThreshold 50`

Además, modifique la configuración en 1.c) seteando el Long Retry Limit (MaxSslrc) en 0. (Porque es para paquetes con RTS/CTS)

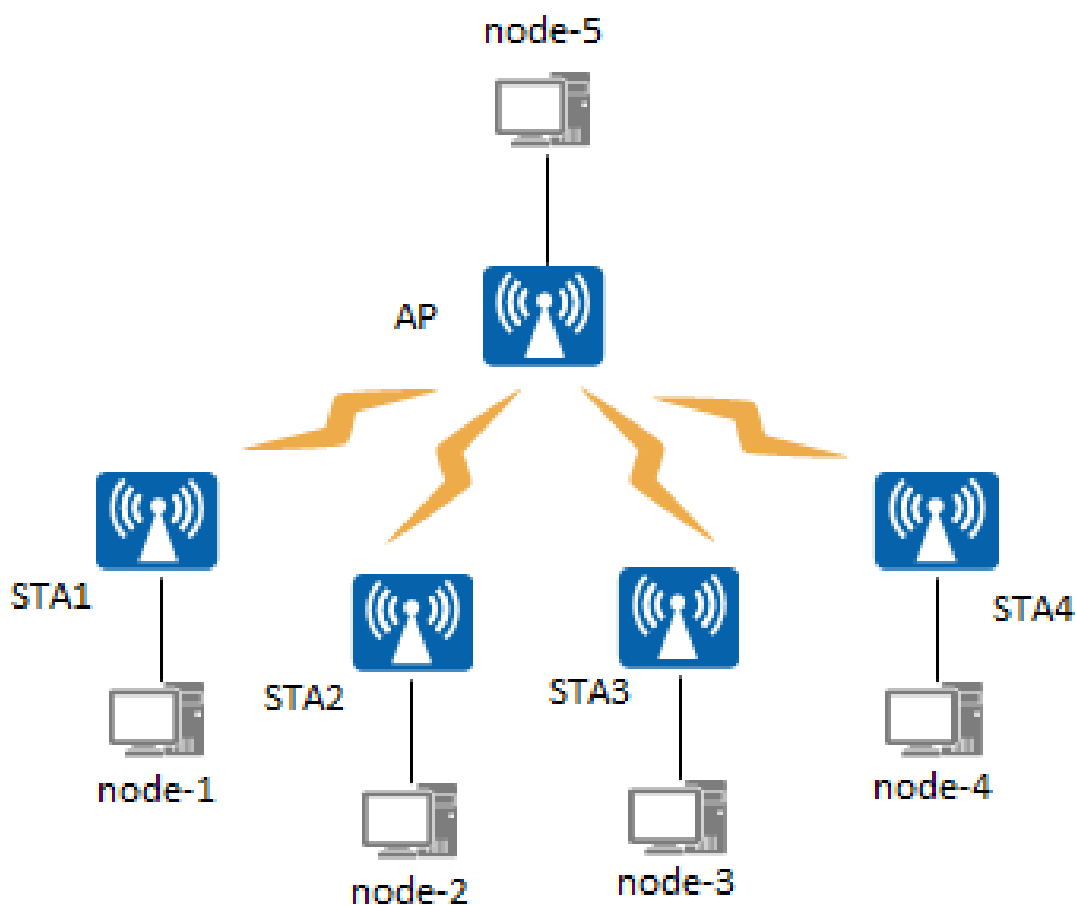
`iwconfig eth0 set MaxSslrc 0`

2. Insertar a continuación las gráficas obtenidas:

INSERTAR GRÁFICAS AQUÍ

ESCENARIO B: HIDDEN TERMINALS (12 ptos)

En el segundo escenario (B), se simulara una topología donde los nodos 1 a 4 se encuentren a una distancia lo suficientemente lejana como para no poder “escuchar” la comunicación de sus vecinos con el AP, lo que nos producirá el efecto de “nodos ocultos” o hidden terminals, como se puede observar a continuación:



ACTIVIDAD B.1: Curva “Throughput vs carga” sin RTS/CTS (2 ptos)

1. Repita la actividad A.1, pero esta vez en un escenario donde las estaciones móviles no se escuchan entre sí (carrier sensing no ayuda).

Para ello, ejecute el script de la simulación con los siguientes parámetros:

```
./waf --run "scratch/tel280_lab4 --Duration=40 --n_stas=4 --HT_Enabled=true"
```

2. Insertar a continuación las gráficas obtenidas:

INSERTAR GRÁFICAS AQUÍ

ACTIVIDAD B.2: Curva “Throughput vs carga” con RTS/CTS (2 pts)

1. Repita la actividad B.1, pero esta vez usando las tramas RTS/CTS para prevenir colisiones en el canal.

Para ello, setee el parámetro “RtsCtSThreshold” en 50 y el long retry limit en 0

```
iwconfig eth0 set RtsCtsThreshold 50  
iwconfig eth0 set MaxSslrc 0
```

2. Insertar a continuación las gráficas obtenidas:

INSERTAR GRÁFICAS AQUÍ

ACTIVIDAD B.3: Determinar el tamaño del paquete (“RTS THRESHOLD”) a partir del cual es conveniente usar RTS/CTS en la presencia de Hidden Terminals (6 pts).

En esta experiencia se determinará las funciones $Th_Max_RTS(pkt_size)$ y $Th_Max_NoRTS(pkt_size)$, definidas como:

- **$Th_Max_RTS(pkt_size)$** : el throughput máximo alcanzable -- cuando se usa RTS/CTS -- cuando el tamaño de los paquetes (en bytes) es ‘pkt_size’.
- **$Th_Max_noRTS(pkt_size)$** : el throughput máximo alcanzable -- cuando *NO* se usa RTS/CTS -- cuando el tamaño de los paquetes (en bytes) es ‘pkt_size’.

Para lo cual deberá:

1. Identificar el valor de throughput máximo alcanzado en la actividad B.1 ($pkt_size = 1470$) y utilizarlo para determinar el valor $Th_Max_noRTS(1470)$.
2. Identificar el valor de throughput máximo alcanzado en la actividad B.2 ($pkt_size = 1470$) y utilizarlo para determinar el valor $Th_Max_RTS(1470)$.
3. Calcular el valor de Th_Max para varios valores de pkt_size (300, 600, 900, 1200) y graficar según lo realizado en la actividad B.1 (caso sin RTS/CTS).
4. Calcular el valor de Th_Max para varios valores de pkt_size (300, 600, 900, 1200) y graficar según lo realizado en la actividad B.2 (caso con RTS/CTS).
5. Graficar en una sola figura las funciones $Th_Max_noRTS()$ y $Th_Max_RTS()$ halladas en los puntos 2 y 3 para cada uno de los valores de packet size (300, 600, 900, 1200) y observar si estas se intersectan.

INSERTAR GRÁFICAS AQUÍ

6. Identificar el punto en las curvas anteriores donde se intercepta el valor de Th_MAX (de ser necesario, extrapolar / linealizar las curvas).

CUESTIONARIO: (2 pts)

Para escenarios donde no hay Hidden Terminals:

1. ¿Qué pasa con el throughput a medida que aumenta la carga? ¿Es el sistema estable? **(0.25 pts)**
2. ¿En qué casos usaría RTS/CTS? **(0.5 pts)**

Para escenarios donde si hay Hidden terminals:

3. Si no usa RTS/CTS: ¿Qué pasa con el throughput a medida que aumenta la carga? ¿Es el sistema estable? **(0.25 pts)**
4. Si usa RTS/CTS, para pkt_size=1470, ¿Logra estabilizar el sistema? **(0.25 pts)**
5. Si varía el pkt_size, ¿A partir de qué valor es conveniente usar RTS/CTS? **(0.25 pts)**

En base a todas las experiencias del laboratorio, responda:

6. ¿Para qué casos (HT o no, pkt_sizes, etc.) recomendaría Ud. utilizar RTS/CTS? **(0.5 pts)**